

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The semi-conductor wafer supporting structure characterized by having the mediation layer which consists of the combination or foam of fiber made from heat-resisting material inserted between the semi-conductor wafer attachment component equipped with the nitride-ceramics base material for holding a semi-conductor wafer, the metal cooling system, and said semi-conductor wafer attachment component and said cooling system.

[Claim 2] The semi-conductor wafer supporting structure according to claim 1 characterized by said semi-conductor wafer attachment component being the electrostatic chuck equipped with the nitride-ceramics base material and the electrode for electrostatic chucks inside this base material.

[Claim 3] The semi-conductor wafer supporting structure according to claim 1 characterized by said semi-conductor wafer attachment component being the arrangement of electrode for plasma generating equipped with the nitride-ceramics base material and the RF electrode inside this base material.

[Claim 4] The semi-conductor wafer supporting structure given in any one claim of claims 1-3 to which said semi-conductor wafer attachment component is characterized by having the nitride-ceramics base material and the resistance heating element inside this base material.

[Claim 5] The semi-conductor wafer supporting structure given in any one claim of claims 1-4 characterized by the combination of said fiber being a nonwoven fabric or a reticulated sheet.

[Claim 6] The semi-conductor wafer supporting structure given in any one claim of claims 1-4 characterized by applying the pressure to said mediation layer.

[Claim 7] The manufacture approach of the semi-conductor wafer supporting structure characterized by fixing on both sides of the mediation layer which consists of the combination or foam of fiber made from heat-resisting material between the semi-conductor wafer attachment component equipped with the nitride-ceramics base material for holding a semi-conductor wafer, and a metal cooling system, fixing mechanically said semi-conductor attachment component, said cooling system, and said mediation layer subsequently, and unifying.

[Claim 8] The semi-conductor wafer attachment component equipped with the nitride-ceramics base material for holding a semi-conductor wafer, It faces, although the semi-

conductor wafer supporting structure equipped with the mediation layer which consists of the combination or foam of fiber made from heat-resisting material inserted between the metal cooling system, and said semi-conductor wafer attachment component and said cooling system is used. Operation of the semi-conductor wafer supporting structure which applies a pressure to said mediation layer and is characterized by adjusting the amount of heat transfers between said semi-conductor wafer attachment components and said cooling systems by adjusting this pressure.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the semi-conductor wafer supporting structure for semiconductor fabrication machines and equipment, its manufacture approach, and its operation.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, in semi-conductor processes, such as a CVD method, the sputtering method, and the etching method, a semi-conductor wafer is installed on the so-called susceptor, this susceptor is heated, and the semi-conductor wafer is heated. Under the present circumstances, heat-treating using the electrostatic chuck made from the ceramics as a susceptor, and adsorbing a semi-conductor wafer to a susceptor recently is indicated (JP,59-124140,A). Moreover, a ceramic heater is used as a susceptor, a semi-conductor wafer is installed on this ceramic heater, and heating this directly is known. However, in order to raise the volume of a semi-conductor wafer, it is required to perform heating and cooling for controlling a temperature change [in / for the semi-conductor wafer on a susceptor / an attachment-and-detachment cycle] with sufficient responsibility, and, for that, it is necessary to combine a cooling system to a susceptor.

[0003] Moreover, these people indicated laying an RF electrode under the interior of a ceramic susceptor, installing the counterelectrode to this RF electrode in the location which counters a susceptor, generating the plasma among these, and raising the semi-conductor film (un-opening [a Japanese-Patent-Application-No. No. 149273 / six to / specification,] to the public at the time of this application). In this equipment, since the heating value of the plasma is added to a semi-conductor wafer and that temperature is changed, to perform temperature control of a semi-conductor wafer is desired by preparing the cooler style of the heating value which carries out incidence from the plasma.

[0004] The technique which combines an electrostatic chuck by metal bonding to the metal cooling plate of a water cooling type is proposed (JP,3-3249,A). Moreover, in the electrostatic chuck equipped with two or more ceramic layers, the circulation way of a refrigerant is formed in the middle ceramic layer of these, and the technique of reducing the skin temperature of an electrostatic chuck is proposed by pouring a refrigerant on this circulation way (JP,3-108737,A).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, this invention person checked that these two kinds of well-known technique [each] had the problem. That is, specifically in a technique given in JP,3-3249,A, the electrostatic chuck and the water-cooled cooling plate made from aluminum which consist of an alumina etc. are combined by the indium. However, the melting point of an indium is about 160 degrees C, and at most 150 degrees C or less and since the operating temperature limits are low, in semiconductor fabrication machines and equipment, applicability is very narrow [the melting point / operating temperature limits]. Moreover, although it tried to join both more using a high-melting metal wax, since great residual stress occurred in both interface and destruction arose after junction by the differential thermal expansion between the ceramics which constitutes an electrostatic chuck, and the metal which constitutes a water-cooled cooling plate, manufacture was difficult. Of course, if the metal of a low-melt point point like an indium is used, this residual stress can be decreased, but as mentioned above in this case, operating temperature limits will become narrow. Moreover, although there is also a technique which combines an electrostatic chuck and a water-cooled cooling plate with resin, this also has low thermal resistance and operating temperature limits are very narrow.

[0006] Furthermore, in semiconductor fabrication machines and equipment, corrosive gas, such as chlorine-based gas and fluorine system gas, is used as the gas for deposition, the gas for etching, and gas for cleaning. It is difficult to select the metal bonding agent which is hard to be corroded even if exposed to these corrosive gas.

[0007] The technique of JP,3-108737,A was also examined. However, since the heating value from the plasma or an electron beam comes into the front-face side of an electrostatic chuck, the front face of an electrostatic chuck is heated. When a base material is formed with the thermally conductive low ceramics and the high density plasma is used, there is a possibility that the temperature of the front face of a base material may rise to 700-800 degrees C, and a base material may break. Although a refrigerant is poured to a refrigerant path in order to take this heat and to control temperature, a temperature gradient occurs between the front face of an electrostatic chuck, and the circulation way of a refrigerant in this case. In generating the plasma in the front-face side of an electrostatic chuck especially, this temperature gradient becomes large. For this reason, since the temperature gradient inside an electrostatic chuck increases notably and great thermal stress occurs, it has become clear that a possibility that destruction may occur is in a ceramic base material.

[0008] The technical problem of this invention is enabling it the skin temperature of the susceptor made from the ceramics, and to control the temperature of a semi-conductor wafer by taking a heating value with a cooling medium further. Furthermore, it is an elevated temperature and using it also in an elevated-temperature field 200 degrees C or more, and being able to be made to perform the temperature control especially, about the susceptor made from the ceramics, and is enabling it to prevent the destruction.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention relates to the semi-conductor wafer supporting structure characterized by having the mediation layer which consists of the combination or foam of fiber made from heat-resisting material inserted between the semi-conductor wafer attachment component equipped with the nitride-ceramics base material

for holding a semi-conductor wafer, the metal cooling system, and a semi-conductor wafer attachment component and a cooling system.

[0010] Moreover, in this invention, on the occasion of manufacturing the above-mentioned semi-conductor wafer attachment component, on both sides of a mediation layer, it fixes between a semi-conductor wafer attachment component and a cooling system, subsequently a semi-conductor attachment component, a cooling system, and a mediation layer are fixed mechanically, and it unifies.

[0011] Moreover, in this invention, on the occasion of using the above-mentioned semi-conductor wafer attachment component, a pressure is applied to a mediation layer and the amount of heat transfers between a semi-conductor wafer attachment component and said cooling system is adjusted by adjusting this pressure.

[0012] this invention person's mediation layer which consists of the combination or foam of fiber made from heat-resisting material was pinched between the semi-conductor wafer attachment component and the metal cooling system. Here, the combination of fiber contains the combination which knit and manufactured fiber, and is specifically the network and textile fabrics of fiber. Moreover, without knitting fiber, much fiber is made to become entangled mutually, or the combination combined and manufactured with heat or adhesives is included, and there are specifically felt, a web, a nonwoven fabric, etc. Moreover, foam may mean the ingredient which has much pores inside, and this pore may be a closed pore or an open pore. Here, the metal and ceramics of heat-resisting material which said the ingredient which is not fused at at least 200 degrees C, and carried out the claudication concretely are desirable.

[0013] These ingredients are usually used as an electrode material of a heat insulator or a cell. However, this invention person made the combination thru/or foam of such fiber intervene between a semi-conductor wafer attachment component and a cooling system, and found out that heat transfer can be performed among both. That is, although a lot of heating values come into the front face of a semi-conductor wafer attachment component from the plasma etc. for a short time, the temperature of the base material of a semi-conductor wafer attachment component rises to the whole with this heat. That is, since the temperature gradient in this base material is small since the refrigerant circulation way is not prepared into the ceramic base material, and the thermal stress in the interior is small, there is no possibility that destruction and a crack may occur in a base material.

[0014] Since it can come, simultaneously metallic bond of a metal cooling system is not directly carried out to the ceramic base material, and especially the direction of a cooling system is not heated, as for the heat deformation, big residual stress does not remain in the interface of a cooling system and a ceramic base material small. Although heat is transmitted by the mediation layer which consists of the combination or foam of fiber with this, in order not to perform heat transfer with too much mediation layer at this time, temperature by the side of the tooth back of the base material with which a mediation layer contacts can be made high, and can make small a difference with the temperature by the side of a front face, can make the temperature gradient inside a base material small, and can transmit predetermined heat to a cooling system. Therefore, destruction of a ceramic base material and fear of a crack were prevented completely, and it was stabilized also in the elevated-temperature field, and the skin temperature of a semi-conductor wafer

attachment component was able to be controlled by this invention.

[0015] In case this semi-conductor wafer supporting structure is manufactured, a semi-conductor attachment component, a cooling system, and a mediation layer can be fixed mechanically, and it can unify.

[0016] Moreover, according to the above-mentioned semi-conductor wafer supporting structure, it checked that the amount of heat transfers between a semi-conductor wafer attachment component and a cooling system could be adjusted by applying a pressure to a mediation layer and adjusting this pressure. That is, when this pressure was enlarged, the amount of heat transfers from a semi-conductor wafer attachment component to a refrigerant is increased, and it came to get. On the other hand, if the aforementioned pressure is made small, it comes to be hard to transmit heat between a semi-conductor wafer attachment component and a refrigerant, and the temperature gradient in a mediation layer can be enlarged further. Thus, it discovered being [of a semi-conductor wafer attachment component] skin temperature, and that the temperature of a semi-conductor wafer was freely controllable further by controlling the pressure applied to a mediation layer.

[0017]

[Embodiment of the Invention] As ceramics which constitutes the base material of a semi-conductor wafer attachment component, nitride ceramics with high thermal conductivity are suitable. For example, although oxide ceramics like an alumina have low thermal conductivity, the heat from the plasma is accumulated and temperature tends to rise too much, aluminum nitride has the thermal conductivity of at least 90 or more W/m-K. As such nitride ceramics, silicon nitride and sialon are desirable in respect of thermal shock resistance. moreover, aluminum nitride -- NF3 etc. -- if exposed to fluorine system corrosive gas -- that front face -- AlF3 from -- the becoming passivation film generates and this passivation film has high corrosion resistance to halogen system corrosive gas.

[0018] As long as a semi-conductor wafer attachment component is a susceptor which installs a semi-conductor wafer, it may have other functions. For example, when the electrode for electrostatic chucks is prepared in the interior of a base material, this semi-conductor wafer attachment component can be used as an electrostatic chuck. Moreover, when a resistance heating element is prepared in the interior of a base material, this attachment component can be used as a ceramic heater. Furthermore, although this attachment component can be used as an electrode for plasma generating when the electrode for plasma generating is prepared into a base material, about this mode, it mentions later further.

[0019] Thus, when preparing a conductive ingredient like an electrode or a heating element in the interior of a base material and supplying power to this conductive ingredient, it is desirable to install a terminal in a base material and to connect this terminal to it to a conductive ingredient. As the quality of the material of such a terminal and a conductive ingredient, refractory metals, such as a tungsten, molybdenum, platinum, and nickel, are desirable, and the alloy of these refractory metals also has them. [desirable] Although especially a limit does not have the configuration of a base material, it is the board-like preferably and the superficial configuration of a board-like base material can be made into configurations, such as circular, a circular ring configuration, a square, a

rectangle, and a hexagon.

[0020] When using a resistance heating element as this conductive ingredient, the gestalt of this resistance heating element may have the shape of a line, tabular, and a foil, and it is desirable to wind a linear resistance heating element in the shape of a coil spring. When this winding object is used, the configurations when seeing this winding object in that direction of a medial axis may be circular, a triangle, a quadrilateral, etc.

[0021] the case where an electrostatic chuck electrode is used as the aforementioned conductive ingredient -- this gestalt -- plate-like -- suppose that it is reticulated. Moreover, you may be a unipolar system and may be a bipolar type.

[0022] The case of plasma generating electrode equipment is explained. The minimum value of the thickness of this electromagnetic wave transparency layer needs to be referred to as 0.1mm or more, and the plasma sheath field was able to expand it by this, and it was able to make the uniform and stable plasma generate. And even if it thickens an electromagnetic wave transparency layer in this way, this electromagnetic wave transparency layer consists of ceramics, and the dielectric constant epsilon of an electromagnetic wave transparency layer is several or more times larger compared with the dielectric constant of vacuum. Consequently, there is also no fall of inter-electrode field strength, the ion in the plasma could fully be accelerated in the plasma sheath, and it checked that plasma discharge was stabilized.

[0023] Although the dielectric constant of an electromagnetic wave transparency layer was generally large, when the average of the thickness of an electromagnetic wave transparency layer became large too much, the self-calorific value by the dielectric loss of an electromagnetic wave transparency layer became large, and there was an inclination for the effectiveness of plasma power to fall. As for especially the average of the thickness of this viewpoint to an electromagnetic wave transparency layer, it is desirable to be referred to as 5.0mm or less.

[0024] The electrode laid underground in a base material is a bulk-like field-like electrode preferably, and the base material which surrounds this field-like electrode is really without a plane of composition a sinter. A field-like metal bulk object means what was formed as the shape of a field of one, without arranging a line object or a board a swirl and in the shape of meandering.

[0025] By constituting a field-like electrode with a metal bulk object, it is easy to make the resistance of an electrode small. For example, since it is at most about dozens of micrometers thin, as for a screen-stencil electrode, resistance becomes large inevitably. For example, when a frequency is 13.56MHz, the thickness of an electrode has 20 micrometers or more desirable [an electrode is a tungsten, and]. It is difficult to form the electrode of this thickness with screen printing.

[0026] Although the gestalt of an electrode may be a metal plate, especially its thing to consider as the plate which consists of combination of a metal wire rod, or the plate with which many stomata were formed is desirable. By this, in the phase of making a base material sintering, ceramic powder flows, the junction force of a surroundings lump and the ceramics in the both sides of a plate since it fills up becomes large into the hole of combination, and the reinforcement of a base material improves.

[0027] A punching metal, a wire gauze, and the felt can be illustrated as such a plate.

However, an electrode consists of a refractory metal, and it is difficult for the plate which consists of a refractory metal since the metaled degree of hardness is high when it is a punching metal to open many stomata by punch, and processing cost also becomes very high.

[0028] Since the wire rod which consists of a refractory metal can obtain easily when this point and an electrode are grids, a grid can be manufactured if the braid of this wire rod is carried out. Therefore, manufacture of an electrode is easy.

[0029] In plasma generating electrode equipment, by laying underground the resistance heating element which consists of a refractory metal into a base material, and supplying power to this resistance heating element, it can constitute so that the front face by the side of plasma generating of a base may be made to generate heat and it may deal in it. In the condition of having laid the wafer directly on plasma generating electrode equipment, and having held by this, since a wafer can be heated directly, soak nature and the response at the time of heating can be raised. Until just before generating the plasma especially, the preheating of the wafer is carried out, and if the power supplied to a resistance heating element at plasma generating and coincidence is decreased, regardless of the existence of generating of the plasma, the temperature of a wafer is uniformly maintainable.

[0030] As combination of the fiber which constitutes a mediation layer, although a network, a nonwoven fabric, the felt, etc. can be illustrated, it is not limited to these. There is the following as this example. As the quality of the material of this fiber, it is desirable to consider as nickel, aluminum, copper, brass, stainless steel, these alloys, carbon, an alumina, etc., and when being especially exposed to corrosive gas in semiconductor fabrication machines and equipment, these quality of the materials are suitable.

[0031] The foam which constitutes a mediation layer can be manufactured by mixing metal powder or ceramic powder, and the powder of foam, and calcinating this mixture according to the usual method of a powder sintering process. As this metal powder or ceramic powder, it is desirable to consider as nickel, aluminum, copper, brass, stainless steel, these alloys, carbon, an alumina, etc., and when being especially exposed to corrosive gas in semiconductor fabrication machines and equipment, these quality of the materials are suitable. Moreover, the usual thing can be used as foam.

[0032] As a metal which constitutes a metal cooling system, although there is nothing, when a cooling system is exposed to halogen system corrosive gas, as for especially a limit, it is desirable to use aluminum, copper, stainless steel, and nickel.

[0033] As a refrigerant which can be used in a cooling system, you may be liquids, such as water and a silicone oil, and may be gases, such as air and inert gas. Moreover, this contractor can choose this flow rate suitably.

[0034] The approach of fixing mutually a cooling system and a semi-conductor wafer attachment component mechanically is usually good at law. Moreover, although a mediation layer can be joined to a cooling system and it can join to a semi-conductor wafer attachment component, this junction is necessarily unnecessary.

[0035] Drawing 1 is the sectional view showing an example of the semi-conductor wafer supporting structure which used the electrostatic chuck as a semi-conductor wafer attachment component. The electrostatic chuck electrode 4 is laid underground into the base material 3 of the electrostatic chuck 2, and the semi-conductor wafer 1 is installed in

the surface 2a side of a base material 3. Circular flange 2c is installed in the side face of a base material 3 at the tooth-back 2b side of the opposite side of surface 2a. The terminal 5 is laid underground into the base material 3, the end of a terminal 5 is connected to the electrostatic chuck 4, and the other end of a terminal 5 is exposed to tooth-back 2b.

[0036] The cooling system 11 is installed in the tooth-back 2b side of the electrostatic chuck 2. The circulation way 12 of a refrigerant is established in the interior between surface 11b of this cooling system 11, and tooth-back 11c, and the refrigerant feed holes 13 and the refrigerant discharge hole 14 are formed in the tooth-back 11c side. As for the refrigerant circulation way 12, it is desirable to see superficially, to form a septum etc. and to make the inside of the field of a board-like cooling system lie in a zigzag line so that a refrigerant may flow by the almost equal rate of flow. The desirable metal fastener 6 is installed on surface 11b of a cooling system 11, and lobe 6a of this fastener 6 has countered to flange 2c. Alignment of through tube 6b of a fastener 6 and the through tube 11a of a cooling system 11 is carried out, the bolt 7 common in each of this through tube is inserted, and the both ends of this bolt 7 are concluded with the nut 8.

[0037] The mediation layer 9 is pinched between tooth-back 2b of the electrostatic chuck 2, and surface 11b of a cooling system 11, the mediation layer 10 is pinched between flange 2c and a fastener 6, and the mediation layer 20 is pinched between flange 2c and lobe 6a of a fastener 6. The electric wire 16 is connected to the terminal 5, and this electric wire 16 is connected to DC power supply 15. To the semi-conductor wafer 1, the other poles or ground of a power source 15 is connected through the electric wire 17.

[0038] In case a semi-conductor wafer is processed, the semi-conductor wafer 1 is installed in surface 2a, power is supplied to the electrostatic chuck electrode 4, and the chuck of the wafer 1 is carried out. In this condition, the plasma is generated and membrane formation, etching processing, etc. of CVD etc. are performed. If a refrigerant is supplied into the circulation hole 12 like an arrow head A from the refrigerant feed holes 13 of a cooling system 11, a refrigerant will flow like the profile arrow head B, and the inside of this will be discharged like an arrow head C from a discharge hole 14. By adjusting the conclusion force over a bolt 7, the pressure added to the mediation layer 9 can be adjusted.

[0039] Drawing 2 is the sectional view showing the example which is heated to coincidence, and which constituted the semi-conductor supporting structure so that it could do by laying a resistance heating element under the interior of an electrostatic chuck further, carrying out the chuck of the semi-conductor wafer. The same sign may be attached to the same member as what was shown in drawing 1, and the explanation may be omitted. In this electrostatic chuck 18 with a heater, the electrostatic chuck electrode 4 is laid under the interior of the surface 18a side of a base material 3, and the resistance heating element 19 is laid under the tooth-back 18b side rather than the electrode 4. The terminal 30 of a pair is laid under the tooth-back side from this resistance heating element 19, and the end face of each terminal 30 is exposed to tooth-back 18b. The both ends of the resistance heating element 19 are combined to each terminal 30, and each terminal 30 is electrically connected to the electric wire 21. Each electric wire 21 is connected to the power supply 22 with a thyristor regulator, respectively. 18c is the flange of a base material.

[0040] In case a semi-conductor wafer is processed, the semi-conductor wafer 1 is installed in surface 18a, power is supplied to the electrostatic chuck electrode 4, and the chuck of the wafer 1 is carried out. And supply power and it is made to generate heat to the resistance heating element 19, and it heats, adsorbing a wafer 1. In this condition, the semi-conductor wafer 1 is heated and etching processing etc. is performed. Or in generating the plasma, the calorific value of a resistance heating element is decreased to that incidence of the heat from the plasma is carried out to a wafer, and coincidence, and it controls to keep the temperature of a wafer constant. If a refrigerant is supplied into the circulation hole 12 like an arrow head A from the refrigerant feed holes 13 of a cooling system 11, a refrigerant will flow like an arrow head B and the inside of this will be discharged like an arrow head C from a discharge hole 14.

[0041] Drawing 3 is the fragmentary sectional view showing typically the condition of having installed plasma generating electrode equipment 25, the mediation layer, and the cooling system 11 in the chamber 32. Drawing 4 is the perspective view in which cutting a part, and lacking and showing it among the plasma generating electrode equipment 25 of drawing 3 . The same sign may be attached to the same member as what was shown in drawing 1 , and the explanation may be omitted.

[0042] In the equipment 25 of this example, the grid 26 as shown in drawing 4 is used. The grid 26 is making the round shape as a whole, and carries out the braid of the fiber thru/or line object 26a. In drawing 4 , 26b is a stitch.

[0043] In drawing 4 , ring-like flange 25c is prepared in the side peripheral surface by the side of the tooth back of the base material 21 of an approximate circle board configuration, and the RF electrode which consists of a grid 26 is laid under the interior of a base material 21. The electromagnetic wave transparency layer 36 is formed in the surface 25a side. The terminal 27 is laid under the tooth-back 25b side inside a base material 21, and the terminal 27 is connected to RF electrode 26. The end face of a terminal 27 is exposed to tooth-back 25b of a base material 21.

[0044] By this example, plasma generating electrode equipment 25 is installed so that RF electrode 26 may become a top-face side, and the wafer 1 is laid in this surface 25a. The end of the cable 38 for electric power supplies is connected to the terminal 27, the other end of a cable 38 is pulled out out of the chamber 32, and it connects with RF generator 29. Predetermined spacing is kept in an electrode 26 and the location which counters, and the counterelectrode 24 is installed in it in parallel. The end of the cable 37 for electric power supplies is connected to the counterelectrode 24, the other end of a cable 37 is pulled out out of the chamber 32, and it connects with RF generator 29 and the ground 31. In addition, in plasma generating electrode equipment 25, it can connect with RF generator 29 combining DC power supply, and an electrode can be operated as an electrostatic chuck electrode by these DC power supply. In this case, a wafer is connected to a ground 31 through the plasma.

[0045] The mediation layer 9 is pinched between tooth-back 25b of equipment 25, and surface 11b of a cooling system 11, the mediation layer 10 is pinched between flange 25c and a fastener 6, and the mediation layer 20 is pinched between flange 25c and lobe 6a of a fastener 6.

[0046] The plasma generating field 35 on a wafer 1 can be made to generate the plasma

by introducing predetermined gas and supplying high-frequency power through the cables 37 and 38 of a pair in a chamber. Under the present circumstances, a plasma sheath is generated between the plasma generating field 35 and surface 25a. Although the heating value from this plasma is emitted toward a semi-conductor wafer and a base material 21, by supplying a predetermined refrigerant into a cooling system 11 at this time, it is stabilized and the temperature of a semi-conductor wafer can be controlled.

[0047]

[Example] (Example 1)

The semi-conductor supporting structure as shown in drawing 1 was actually manufactured, and the property was examined. However, the base material 3 was manufactured by the aluminum nitride which has the thermal conductivity of 150 W/mK. The diameter of this semi-conductor wafer attachment component 2 was set to 200mm, and thickness was set to 10mm. The nonwoven fabric of the shape of a sheet with a thickness of 1mm was used as a mediation layer. This nonwoven fabric was manufactured by knitting nickel fiber of 10 micrometers of wire-size numbers, and that voidage was made into 60%. Forming the electrostatic chuck electrode 4 with the plate of the wire gauze made from molybdenum, the terminal 5 used the cylindrical terminal with a diameter [made from molybdenum] of 5mm. The cooling system 11 was formed by aluminum.

[0048] Incidence of the 2kW heat was carried out at the heating heater which is not illustrated from the surface 2a side of this base material into the vacuum. This is in actual semiconductor fabrication machines and equipment for simulating the heating value of the plasma generated on a front face. In the cooling system, 20-degree C water was poured as a refrigerant. When the temperature of surface 2a of a base material, tooth-back 2b, and surface 11b of a cooling system was measured in this condition, respectively, they were 420 degrees C, 415 degrees C, and 35 degrees C, respectively. That is, in a base material 2, only only 5-degree C temperature gradient is generated, and the stress by this temperature gradient hardly exists. For this reason, even if it carried out the long duration drive, the crack etc. was not generated at all. On the other hand, the 35 degrees C [415 degrees C to] temperature gradient will have arisen in the mediation layer with a thickness of 1mm.

[0049] Moreover, since the temperature of the front face of a cooling system is also 35 degrees C and is not heated by the elevated temperature, the thermal expansion of a metal cooling system is hardly produced, either, but there are very few variation rates. On the other hand, generally the line coefficient of thermal expansion of the ceramics is small as compared with a metal. For example, the line coefficient of thermal expansion of aluminum nitride is 5×10^{-6} /degree C, and the line coefficient of thermal expansion of aluminum is 24×10^{-6} /degree C, and has the difference of about 5 times. Therefore, there was also little deformation by the thermal expansion of the whole wafer supporting structure. Moreover, even if the amount of thermal expansion of a ceramic base material differs from the amount of thermal expansion of a cooling system, since the nonwoven fabric is soft, the difference of both variation rate can be absorbed. Thus, a nonwoven fabric absorbs distortion by the temperature gradient and the variation rate, and plays the role which holds equipment in the safe condition mechanically. In this example, the nonwoven fabric which consists of nickel was able to transmit the heating value of 6W per

square centimeter.

[0050] (Example 2) In the example 1, the pressure which clamps between a ceramic base material and cooling systems mechanically was increased, and the compression set of the nonwoven fabric which consists of nickel was carried out. When the temperature of surface 2a of a base material, tooth-back 2b, and surface 11b of a cooling system was measured like the example 1 in this condition, respectively, they were 340 degrees C, 335 degrees C, and 40 degrees C, respectively. That is, in a base material 2, only only 5-degree C temperature gradient is generated, and the stress by this temperature gradient hardly exists. On the other hand, the big temperature gradient 40 degrees C had arisen from 340 degrees C in the mediation layer. Moreover, the porosity of a nonwoven fabric decreased as compared with the example 1, the temperature gradient in the inside of a nonwoven fabric has decreased, and the temperature in the front face of an attachment component fell. Thus, the temperature of the front face of an attachment component was controllable by changing the pressure to a nonwoven fabric and controlling the porosity.

[0051] (Example 1 of a comparison) In the example 1, the mediation layer was removed, and where spacing between a ceramic base material and a cooling system is opened 1mm, both were mechanically fixed with the locking device 6. And it examined in the vacuum like the example 1. Under the present circumstances, when an incidence heating value is set to 400W, the temperature of the front face of a ceramic base material has exceeded 400 degrees C. Moreover, when an incidence heating value is set to 2kW, this temperature has exceeded 700 degrees C. Moreover, heat transfer in the space between a base material and a cooling system is performed by only thermal radiation.

[0052] (Example 3) The semi-conductor wafer supporting structure shown in drawing 2 was manufactured. The configuration of a base material 3 was made disc-like, and was manufactured by the aluminum nitride which has the thermal conductivity of 150 W/mK. The winding object wound in the shape of a coil spring was used for the resistance heating element 19. Moreover, if a disc-like base material is seen superficially, the resistance heating element is laid underground so that a curled form may be made. The diameter of this semi-conductor wafer attachment component 18 was set to 200mm, and thickness was set to 20mm. As a mediation layer, the reticulated sheet made from stainless steel was used. The stainless steel thin line of 0.2mm of wire sizes was knit in all directions, and this reticulated sheet created it. The opening used the thing of 50 per inch. The cooling system was manufactured by aluminum.

[0053] About this supporting structure, the same trial as an example 1 was performed. That is, incidence of the heating value of 2kW was carried out at the heating heater of another object from the front-face side of a base material. In the circulation way of a cooling system, 20-degree C water was poured as a refrigerant. When the temperature of surface 18a of a base material, tooth-back 18b, and surface 11b of a cooling system was measured, respectively, they were 350 degrees C, 345 degrees C, and 25 degrees C, respectively. Destruction did not generate this wafer supporting structure at all in the base material, and fault was not accepted.

[0054] (Example 4) In the example 3, from the front-face side of a base material, carried out incidence of the heating value of 2kW at the heating heater of another object, and it was made to generate heat by supplying power to coincidence to a resistance heating

element, and 20-degree C water was poured as a refrigerant on the circulation way of a cooling system. The temperature of surface 18a was controllable at 400 degrees C by feeding back this temperature to a power source, having controlled the output of power supply and measuring the temperature of surface 18a. That is, the heating value by the flowing refrigerant took the inside of a cooling system with total of the heating value which is carrying out incidence to front-face thru/or wafer installation side 18a, and the heating value from the resistance heating element in a base material, it was stabilized and the temperature of surface 18a of a base material was able to be controlled by picking.

[0055] (Example 2 of a comparison) In the example 3, the base material and cooling system made from the ceramics were joined with the aluminum wax. When it solders, a zygote is manufactured and the temperature of this zygote was dropped even to the room temperature, destruction was looked at by the base material by the differential thermal expansion of a base material and a cooling system.

[0056] (Example 3 of a comparison) In the example 3, the base material and cooling system made from the ceramics were joined with the aluminum wax. However, in order to prevent destruction by the differential thermal expansion of a cooling system and a base material, the cooling system was formed with molybdenum with a low coefficient of thermal expansion. And like the example 1, incidence of the heating value of 2kW was carried out to the surface 18a side, and 20-degree C water was poured as a refrigerant on the circulation way of a cooling system. Consequently, the temperature of surface 18a of the electrostatic chuck 18 made from the ceramics fell to 45 degrees C.

[0057] However, temperature required for a semi-conductor process is usually an elevated temperature much more except for the process which needs low temperature. For this reason, in order to think that temperature required for a process is 400 degrees C and to control the temperature of surface 18a at 400 degrees C, power was supplied and was made to generate heat to the resistance heating element in a base material 18. However, since the power which for that is supplied needed to be increased remarkably, it tried to decrease the flow rate of cooling water and to control temperature. However, if such control tends to be performed and it is going to raise the temperature of the front face of an attachment component, the temperature gradient would arise in the base material and the crack will have occurred. It means transmitting the heat beyond 100W per square centimeter by the junctional zone of the aluminum wax which has joined the wafer attachment component and the cooling system at this time.

[0058] (Example 5) As a result of changing various the amounts of transfer of the heating value in this mediation layer by changing the quality of the material and thickness of a nonwoven fabric in an example 1, it checked that the temperature of the front face of a wafer attachment component could be stabilized and controlled within the limits of a 400W-4kW incidence heating value at 400 degrees C. When it was this within the limits, to the incidence heating value by the usual plasma and usual high density plasma which are especially used in a semi-conductor manufacture process, it turned out that it is suitable.

[0059] (Example 6) In the example 1, the foam of nickel was used as a mediation layer. This foam was manufactured according to the usual approach of the powder metallurgy field. Consequently, it checked that the temperature of the front face of a wafer attachment component could be stabilized and controlled at 400 degrees C.

[0060]

[Effect of the Invention] Faults, such as destruction based on the variation rate and this resulting from the differential thermal expansion of destruction, and the attachment component and cooling system by the thermal stress by the temperature gradient in a wafer attachment component, are avoidable, cooling appropriately with a cooling system according to this invention, even if the heating value from the plasma or an electron beam carries out incidence to a semi-conductor wafer attachment component, for example and this is heated remarkably, as stated above. Moreover, the temperature of the front face of a wafer attachment component is appropriately controllable by adjusting the pressure to a mediation layer.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] In the example of this invention, it is the sectional view showing roughly the semi-conductor wafer supporting structure which formed the mediation layer 9 between the ceramic electrostatic chuck and the cooling system.

[Drawing 2] In the example of this invention, it is the sectional view showing roughly the semi-conductor wafer supporting structure which formed the mediation layer 9 between the ceramic electrostatic chuck with a heater, and the cooling system.

[Drawing 3] In the example of this invention, it is the sectional view showing roughly the semi-conductor wafer supporting structure which formed the mediation layer 9 between plasma generating electrode equipment and a cooling system.

[Drawing 4] It is the perspective view showing the fracture surface when turning off and lacking the plasma generating electrode equipment of drawing 3 .

[Description of Notations]

1 Semi-conductor Wafer, 2 Ceramic Electrostatic Chuck, 2a, 18a Front Face of Base Material, 2b, 18b A tooth back, 3, 21 A base material, 4 Electrostatic chuck electrode, 5 The terminal of an electrostatic chuck, 6 A locking device, 9, 10, 20 Mediation layer, Eleven cooling systems, 12 The circulation way of a refrigerant, 13 The feed holes of a refrigerant, 14 The discharge hole of a refrigerant, 15 The power source of an electrostatic chuck, 18 An electrostatic chuck with a heater, 19 A resistance heating element, 25 Plasma generating electrode equipment, 26 An RF electrode, 36 Electromagnetic wave transparency layer

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-17849

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51)Int.Cl.^{*}
H 01 L 21/68
B 23 Q 11/10
H 01 L 21/205
21/3065
// B 23 Q 3/15

識別記号

府内整理番号

F I

H 01 L 21/68
B 23 Q 11/10
H 01 L 21/205
B 23 Q 3/15
H 01 L 21/302

技術表示箇所

R
F
D
B

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-161957

(22)出願日 平成7年(1995)6月28日

(71)出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72)発明者 山田 直仁

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

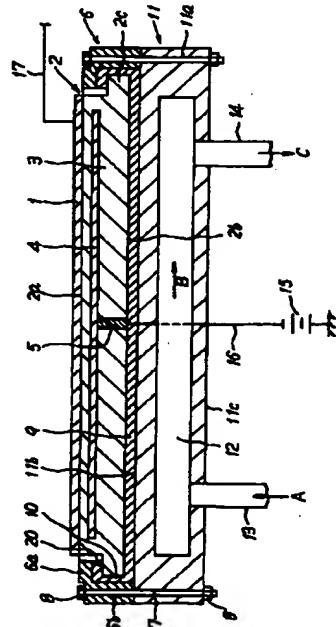
(74)代理人 弁理士 杉村 晓秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 半導体ウエハー保持装置、その製造方法およびその使用方法

(57)【要約】

【目的】セラミックス製のサセブターの表面温度を、冷却媒体で熱量を奪うことによって制御できるようにし、サセブターを高温領域でも使用し、かつその温度制御をし、またその破壊を防止できるようにすること。

【構成】半導体ウエハー保持装置は、半導体ウエハーを保持するための、窒化物セラミックス基材3を備えた半導体ウエハー保持部材2と、金属製の冷却装置11とを備え、かつ半導体ウエハー保持部材2と冷却装置11との間に挟まれている介在層9を備えており、この介在層9が、耐熱材料製の繊維の結合体または発泡体からなる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体ウェハーを保持するための、窒化物セラミックス基材を備えた半導体ウェハー保持部材と、金属製の冷却装置と、前記半導体ウェハー保持部材と前記冷却装置との間に挟まれている、耐熱材料製の繊維の結合体または発泡体からなる介在層とを備えていることを特徴とする、半導体ウェハー保持装置。

【請求項2】前記半導体ウェハー保持部材が、窒化物セラミックス基材と、この基材の内部の静電チャック用電極とを備えた静電チャックであることを特徴とする、請求項1記載の半導体ウェハー保持装置。

【請求項3】前記半導体ウェハー保持部材が、窒化物セラミックス基材と、この基材の内部の高周波電極とを備えたプラズマ発生用電極装置であることを特徴とする、請求項1記載の半導体ウェハー保持装置。

【請求項4】前記半導体ウェハー保持部材が、窒化物セラミックス基材と、この基材の内部の抵抗発熱体とを備えていることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一つの請求項に記載の半導体ウェハー保持装置。

【請求項5】前記繊維の結合体が不織布または網状シートであることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一つの請求項に記載の半導体ウェハー保持装置。

【請求項6】前記介在層に対して圧力が加えられていることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一つの請求項に記載の半導体ウェハー保持装置。

【請求項7】半導体ウェハーを保持するための、窒化物セラミックス基材を備えた半導体ウェハー保持部材と、金属製の冷却装置との間に、耐熱材料製の繊維の結合体または発泡体からなる介在層を挟んで固定し、次いで前記半導体保持部材と前記冷却装置と前記介在層を機械的に固定して一体化することを特徴とする、半導体ウェハー保持装置の製造方法。

【請求項8】半導体ウェハーを保持するための、窒化物セラミックス基材を備えた半導体ウェハー保持部材と、金属製の冷却装置と、前記半導体ウェハー保持部材と前記冷却装置との間に挟まれている、耐熱材料製の繊維の結合体または発泡体からなる介在層とを備えている半導体ウェハー保持装置を使用するのに際して、前記介在層に圧力を加え、この圧力を調整することによって前記半導体ウェハー保持部材と前記冷却装置との間の熱伝達量を調整することを特徴とする、半導体ウェハー保持装置の使用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置用の半導体ウェハー保持装置、その製造方法およびその使用方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、CVD法、スパッタリング法、エッチング法等の半導体プロセスにおいては、いわゆる

2

サセブターの上に半導体ウェハーを設置し、このサセブターを加熱して半導体ウェハーを加熱している。この際、最近は、セラミックス製の静電チャックをサセブターとして使用し、半導体ウェハーをサセブターに対して吸着しながら加熱処理を行うことが開示されている（特開昭59-124140号公報）。また、セラミックスヒーターをサセブターとして使用し、このセラミックスヒーターの上に半導体ウェハーを設置し、これを直接加熱することが知られている。しかし、半導体ウェハーの生産量を向上させるためには、サセブター上の半導体ウェハーを、着脱サイクルにおける温度変化を抑制するための加熱と冷却とを適切に行うことが必要であり、このためにはサセブターに対して冷却装置を結合する必要がある。

【0003】また、本出願人は、セラミックスサセブターの内部に高周波電極を埋設し、この高周波電極に対する対向電極をサセブターに対向する位置に設置し、これらの間にプラズマを発生させて半導体膜を育成することを開示した（特願平6-149273号明細書、本出願時未公開）。この装置においては、プラズマの熱量が半導体ウェハーに対して加わり、その温度が変動するので、プラズマから入射する熱量の冷却機構を設けることによって半導体ウェハーの温度制御を行うことが望まれる。

【0004】静電チャックを水冷式の金属冷却板に対して金属ボンディングによって結合する技術が提案されている（特開平3-3249号公報）。また、複数のセラミック層を備えた静電チャックにおいて、これらのうちの中間のセラミック層に冷媒の流通路を形成し、この流通路に冷媒を流すことによって静電チャックの表面温度を低下させる技術が提案されている（特開平3-108737号公報）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、本発明者は、これら2種類の公知の技術がいずれも問題を有していることを確認した。即ち、特開平3-3249号公報記載の技術においては、具体的には、アルミナ等からなる静電チャックとアルミニウム製の水冷冷却板とをインジウムで結合している。しかし、インジウムの融点は約160°Cであり、その使用温度範囲はせいぜい150°C以下と低いために、半導体製造装置では適用範囲がきわめて狭い。また、もっと高融点の金属ろうを使用して両者を接合することを試みたが、接合後に、静電チャックを構成するセラミックスと水冷冷却板を構成する金属との間での熱膨張差によって両者の界面に多大な残留応力が発生し、破壊が生ずるために、製造が困難であった。もちろん、インジウムのような低融点の金属を使用すればこの残留応力を減少させることができるが、この場合には前述したように使用温度範囲が狭くなってしまう。また、樹脂によって静電チャックと水冷冷却板とを結合する技

術もあるが、これも耐熱性が低く、使用温度範囲が非常に狭い。

【0006】更に、半導体製造装置においては、デポジション用ガス、エッティング用ガス、クリーニング用ガスとして、塩素系ガス、フッ素系ガス等の腐食性ガスが使用されている。これらの腐食性ガスにさらされても腐食されにくい金属ボンディング材料を選定することは困難である。

【0007】特開平3-108737号公報の技術についても検討した。しかし、静電チャックの表面側へと、プラズマや電子ビームからの熱量が入ってくるので、静電チャックの表面が加熱される。基材を熱伝導性の低いセラミックスで形成し、高密度プラズマを使用すると、基材の表面の温度が700~800°Cまで上昇して基材が割れるおそれがある。この熱を奪って温度を制御するために、冷媒通路に冷媒を流すわけであるが、この際に静電チャックの表面と冷媒の流通路との間に温度差が発生する。特に、静電チャックの表面側でプラズマを発生させる場合にはこの温度差が大きくなる。このために、静電チャックの内部での温度勾配が顕著に増大し、多大な熱応力が発生するので、セラミックス基材に破壊が発生するおそれがあることが判明してきた。

【0008】本発明の課題は、セラミックス製のサセプターの表面温度、更には半導体ウエハーの温度、冷却媒体で熱量を奪うことによって制御できるようにすることである。更には、セラミックス製のサセプターを高温、特に200°C以上の高温領域でも使用し、その温度制御をできるようにすることであり、またその破壊を防止できるようにすることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体ウエハーを保持するための、窒化物セラミックス基材を備えた半導体ウエハー保持部材と、金属製の冷却装置と、半導体ウエハー保持部材と冷却装置との間に挟まれている、耐熱材料製の繊維の結合体または発泡体からなる介在層とを備えていることを特徴とする、半導体ウエハー保持装置に係るものである。

【0010】また、本発明では、上記の半導体ウエハー保持部材を製造するのに際して、半導体ウエハー保持部材と冷却装置との間に介在層を挟んで固定し、次いで半導体保持部材と冷却装置と介在層を機械的に固定して一体化する。

【0011】また、本発明では、上記の半導体ウエハー保持部材を使用するのに際して、介在層に圧力を加え、この圧力を調整することによって半導体ウエハー保持部材と前記冷却装置との間の熱伝達量を調整する。

【0012】本発明者は、半導体ウエハー保持部材と金属製の冷却装置との間に、耐熱材料製の繊維の結合体または発泡体からなる介在層を挟んでみた。ここで、繊維の結合体とは、繊維を編んで製造した結合体を含んでお

り、具体的には繊維の網や織布である。また、繊維を編むことなく、多数の繊維を互いにからみ合せたり、熱や接着剤によって結合して製造した結合体を含んでおり、具体的にはフェルト、ウェブ、不織布等がある。また、発泡体とは、内部に多数の気孔を有している材料を言い、この気孔は閉気孔または開気孔であってよい。ここで、耐熱材料とは、少なくとも200°Cで溶融しない材料を言い、具体的にはこうした金属やセラミックスが好ましい。

10 【0013】これらの材料は、通常は断熱材や電池の電極材料として使用されているものである。しかし、本発明者は、こうした繊維の結合体ないし発泡体を半導体ウエハー保持部材と冷却装置との間に介在させて両者の間で熱伝達を行えるということを見いだした。即ち、半導体ウエハー保持部材の表面には、プラズマ等から多量の熱量が短時間に入ってくるが、この熱によって半導体ウエハー保持部材の基材の温度は全体に上昇する。即ち、セラミックス基材中に冷媒流通路を設けていないので、この基材における温度勾配は小さく、内部での熱応力が20 小さいので、基材中で破壊やクラックが発生するおそれはない。

【0014】これと同時に、金属製の冷却装置の方も、セラミックス基材に対して直接に金属結合されていないために、冷却装置の方が特に加熱されることがないのでその熱変形は小さく、また冷却装置とセラミックス基材との界面に大きな残留応力が残ることはない。これと共に、繊維の結合体または発泡体からなる介在層によって熱を伝達するが、このとき介在層が過度の熱伝達を行わないために、介在層が接触する基材の背面側の温度は高くして表面側の温度との差を小さくすることができ、即ち、基材内部での温度勾配を小さくし、かつ冷却装置へと所定の熱を伝達することができる。従って、本発明によって、セラミックス基材の破壊やクラックのおそれを完全に防止し、かつ高温領域でも安定して半導体ウエハー保持部材の表面温度を制御することができた。

【0015】この半導体ウエハー保持装置を製造する際には、半導体保持部材と冷却装置と介在層を機械的に固定して一体化することができる。

【0016】また、上記の半導体ウエハー保持装置によれば、介在層に圧力を加え、この圧力を調整することによって、半導体ウエハー保持部材と冷却装置との間の熱伝達量を調整できることを確認した。即ち、この圧力を大きくすると、半導体ウエハー保持部材から冷媒への熱伝達量を増大させうるようになった。これに対して、前記の圧力を小さくすると、半導体ウエハー保持部材と冷媒との間で熱が伝達しにくくなり、また介在層における温度勾配を一層大きくすることができる。このように、介在層へと加える圧力を制御することによって、半導体ウエハー保持部材の表面温度、更には半導体ウエハーの温度を自由に制御できることを発見した。

【0017】

【発明の実施の形態】半導体ウエハー保持部材の基材を構成するセラミックスとしては、熱伝導率の高い窒化物セラミックスが適している。例えば、アルミナのような酸化物セラミックスは、熱伝導率が低く、プラズマからの熱を蓄積してしまい、温度が過度に上昇しやすいが、窒化アルミニウムは少なくとも $90\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有している。こうした窒化物セラミックスとしては、窒化珪素およびサイアロンが、耐熱衝撃性の点で好ましい。また、窒化アルミニウムは、NF₃等のフッ素系腐食性ガスに対してさらされると、その表面にAlF₃からなるバッジベーション膜が生成し、このバッジベーション膜がハロゲン系腐食性ガスに対して高い耐食性を有している。

【0018】半導体ウエハー保持部材は、半導体ウエハーを設置するサセブターであれば、他の機能を有していてよい。例えば、基材の内部に静電チャック用電極を設けた場合には、この半導体ウエハー保持部材は静電チャックとして使用できる。また、基材の内部に抵抗発熱体を設けた場合には、この保持部材をセラミックスヒーターとして使用することができる。更に、基材中にプラズマ発生用の電極を設けた場合には、この保持部材をプラズマ発生用電極として使用することができるが、この様様については更に後述する。

【0019】このように、基材の内部に電極や発熱体のような導電性材料を設け、この導電性材料に対して電力を供給する場合には、基材に端子を設置し、この端子を導電性材料に対して接続することが好ましい。こうした端子および導電性材料の材質としては、タンクスチタン、モリブデン、白金、ニッケル等の高融点金属が好ましく、これらの高融点金属の合金も好ましい。基材の形状は特に制限はないが、好ましくは盤状であり、盤状基材の平面的形状は、円形、円環形状、正方形、長方形、六角形等の形状にすることができる。

【0020】この導電性材料として抵抗発熱体を使用する場合には、この抵抗発熱体の形態は、線状、板状、箔状であってよく、線状の抵抗発熱体をコイルスプリング状に巻回することが好ましい。この巻回体を使用した場合には、この巻回体をその中心軸方向に見たときの形状は、円形、三角形、四辺形等であってよい。

【0021】前記の導電性材料として静電チャック電極を使用する場合には、この形態は、平板状、網状とすることができる。また、単極式であってよく、双極式であってよい。

【0022】プラズマ発生電極装置の場合について説明する。この電磁波透過層の厚さの最小値は 0.1mm 以上とすることが必要であり、これによって、プラズマシース領域が拡大し、均一で安定なプラズマを生成させることができた。しかも、このように電磁波透過層を厚くしても、この電磁波透過層がセラミックスからなってお

り、電磁波透過層の誘電率 ϵ は、真空の誘電率に比べて数倍以上大きい。この結果、電極間の電界強度の低下もなく、プラズマ中のイオンをプラズマシースにおいて十分に加速することができ、プラズマ放電が安定することを確認した。

【0023】電磁波透過層の誘電率は一般に大きいが、電磁波透過層の厚さの平均値が大きくなりすぎると、電磁波透過層の誘電体損失による自己発熱量が大きくなり、プラズマパワーの効率が低下してくる傾向がある。この観点から、電磁波透過層の厚さの平均値は、特に 5.0mm 以下とすることが好ましい。

【0024】好ましくは、基材内に埋設する電極がバルク状の面状電極であり、この面状電極を包囲する基材が、接合面のない一体焼結品である。面状の金属バルク体とは、例えば、線体あるいは板体をらせん状、蛇行状に配置することなく、一体の面状として形成したものという。

【0025】面状の電極を金属バルク体によって構成することにより、電極の抵抗値を小さくすることが容易である。例えば、スクリーン印刷電極は、厚さが高々数十 μm 程度なので、抵抗値が必然的に大きくなる。例えば電極がタンクスチタンであり、周波数が 13.56MHz の場合、電極の厚さは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上が望ましい。この厚さの電極を、スクリーン印刷法で形成することは困難である。

【0026】電極の形態は、金属平板であって良いが、金属線材の結合体からなる板状体、または多数の小孔が形成された板状体とすることが特に好ましい。これによって、基材を焼結させる段階で、セラミックス粉末が流动して、結合体の孔の中に回り込み、充填されるので、板状体の両側におけるセラミックスの接着力が大きくなり、基材の強度が向上する。

【0027】こうした板状体としては、パンチングメタル、金網、フェルトを例示できる。ただし、電極が高融点金属からなり、かつパンチングメタルである場合には、金属の硬度が高いので、高融点金属からなる板に多数の小孔をパンチによって開けることは困難であり、加工コストも非常に高くなる。

【0028】この点、電極が網状電極である場合には、高融点金属からなる線材が容易に入手できるので、この線材を編組すれば網状電極を製造できる。従って、電極の製造が容易である。

【0029】プラズマ発生電極装置においては、基材の中に、高融点金属からなる抵抗発熱体を埋設し、この抵抗発熱体に電力を供給することによって、基材のプラズマ発生側の表面を発熱せしめるように構成することができる。これによって、ウエハーをプラズマ発生電極装置上に直接載置し、保持した状態で、直接にウエハーを加熱できるので、均熱性および加熱時のレスポンスを向上させることができる。特に、プラズマを発生させる直前

までウエハーを予熱しておき、プラズマ発生と同時に抵抗発熱体へと供給する電力を減少させれば、プラズマの発生の有無に関係なく、ウエハーの温度を一定に維持することができる。

【0030】介在層を構成する繊維の結合体としては、網、不織布、フェルト等を例示できるが、これらに限定されない。この具体例としては次のようなものがある。この繊維の材質としては、ニッケル、アルミニウム、銅、真鍮、ステンレス鋼、これらの合金、カーボン、アルミナ等とすることが好ましく、特に半導体製造装置内で腐食性ガスに対してさらされる場合には、これらの材質が好適である。

【0031】介在層を構成する発泡体は、粉末焼結法の通常法に従って、金属粉末またはセラミックス粉末と発泡材の粉末とを混合し、この混合物を焼成することによって、製造できる。この金属粉末またはセラミックス粉末としては、ニッケル、アルミニウム、銅、真鍮、ステンレス鋼、これらの合金、カーボン、アルミナ等とすることが好ましく、特に半導体製造装置内で腐食性ガスに対してさらされる場合には、これらの材質が好適である。また発泡材としては、通常のものを使用できる。

【0032】金属冷却装置を構成する金属としては、特に制限はないが、ハロゲン系腐食性ガスに対して冷却装置がさらされる場合には、アルミニウム、銅、ステンレス鋼、ニッケルを使用することが好ましい。

【0033】冷却装置において使用できる冷媒としては、水、シリコンオイル等の液体であってよく、また空気、不活性ガス等の気体であってもよい。また、この流量は、当業者が適宜選択することができる。

【0034】冷却装置と半導体ウエハー保持部材とを互いに機械的に固定する方法は通常法でよい。また、介在層を冷却装置に対して接合することができ、また半導体ウエハー保持部材に対して接合することができるが、この接合は必ずしも必要ない。

【0035】図1は、静電チャックを半導体ウエハー保持部材として使用した半導体ウエハー保持装置の一例を示す断面図である。静電チャック2の基材3の中に静電チャック電極4が埋設されており、基材3の表面2a側に半導体ウエハー1が設置されている。表面2aの反対側の背面2b側には、円形のフランジ部2cが基材3の側面に延設されている。端子5が基材3中に埋設されており、端子5の一端が静電チャック4に対して接続されており、端子5の他端が背面2bに露出している。

【0036】静電チャック2の背面2b側に冷却装置11が設置されている。この冷却装置11の表面11bと背面11cとの間の内部に冷媒の流通路12が設けられており、背面11c側に冷媒供給孔13と冷媒排出孔14とが設けられている。冷媒流通路12は、平面的に見て盤状の冷却装置の面内をほぼ均等の流速で冷媒が流れるように、隔壁等を設けて蛇行させることができ。

好ましくは金属製の固定具6が冷却装置11の表面11b上に設置されており、この固定具6の突出部6aがフランジ部2cに対して対向している。固定具6の貫通孔6bと冷却装置11の貫通孔11aとが位置合わせされており、この各貫通孔の中に共通のボルト7が挿入されており、このボルト7の両端がナット8によって締結されている。

【0037】静電チャック2の背面2bと冷却装置11の表面11bとの間に介在層9が挟まれており、フランジ部2cと固定具6との間に介在層10が挟まれており、フランジ部2cと固定具6の突出部6aとの間に介在層20が挟まれている。端子5に対しては電線16が接続されており、この電線16が直流電源15に対して接続されている。半導体ウエハー1に対しては、電源15の他極またはアースが電線17を介して接続されている。

【0038】半導体ウエハーを処理する際には、半導体ウエハー1を表面2aに設置し、静電チャック電極4に対して電力を供給し、ウエハー1をチャックする。この状態で、プラズマを発生させてCVDなどの成膜やエッティング処理などを行う。冷却装置11の冷媒供給孔13から矢印Aのように冷媒を流通孔12内へと供給すると、冷媒はこの中を大略矢印Bのように流れ、排出孔14から矢印Cのように排出される。ボルト7に対する締結力を調整することによって、介在層9に対して加わる圧力を調整することができる。

【0039】図2は、静電チャックの内部に更に抵抗発熱体を埋設することによって、半導体ウエハーをチャックしつつ同時に加熱するできるように半導体保持装置を構成した例を示す断面図である。図1に示したものと同じ部材には同じ符号を付け、その説明は省略することができる。このヒーター付き静電チャック18においては、基材3の表面18a側の内部に静電チャック電極4が埋設されており、電極4よりも背面18b側に抵抗発熱体19が埋設されている。この抵抗発熱体19から背面側に例えば一对の端子30が埋設されており、各端子30の端面が背面18bに露出している。抵抗発熱体19の両端部が各端子30に対して結合されており、各端子30が電線21に対して電気的に接続されている。各電線21は、それぞれサイリスタレギュレーター付きの電力供給装置22に対して接続されている。18cは基材のフランジ部である。

【0040】半導体ウエハーを処理する際には、半導体ウエハー1を表面18aに設置し、静電チャック電極4に対して電力を供給し、ウエハー1をチャックする。そして、抵抗発熱体19に対して電力を供給して発熱させ、ウエハー1を吸着しつつ加熱する。この状態で、半導体ウエハー1を加熱し、またエッティング処理などを行う。あるいは、プラズマを発生させる場合には、プラズマからの熱がウエハーに入射されるのと同時に、抵抗発

熱体の発熱量を減少させて、ウェハーの温度を一定に保つように制御する。冷却装置11の冷媒供給孔13から矢印Aのように冷媒を流通孔12内へと供給すると、冷媒はこの中を矢印Bのように流れ、排出孔14から矢印Cのように排出される。

【0041】図3は、プラズマ発生電極装置25、介在層および冷却装置11をチャンバー32内に設置した状態を模式的に示す部分断面図である。図4は、図3のプラズマ発生電極装置25のうち一部を切り欠いて示す斜視図である。図1に示したものと同じ部材には同じ符号を付け、その説明は省略することができる。

【0042】本実施例の装置25においては、図4に示すような網状電極26を使用している。網状電極26は、全体として円形をなしており、繊維ないし線体26aを編組したものである。図4において、26bは編み目である。

【0043】図4においては、略円盤形状の基材21の背面側の側周面にリング状のフランジ部25cが設けられており、基材21の内部に、網状電極26からなる高周波電極が埋設されている。表面25a側には、電磁波透過層36が形成されている。基材21の内部の背面25b側には端子27が埋設されており、端子27が高周波電極26に接続されている。端子27の端面が、基材21の背面25bに露出している。

【0044】プラズマ発生電極装置25は、本実施例では、高周波電極26が上面側となるように設置されており、この表面25aにウェハー1が載置されている。電力供給用のケーブル38の一端が端子27に接続されており、ケーブル38の他端がチャンバー32外に引き出されており、高周波電源29に接続されている。電極26と対向する位置に、所定間隔を置いて平行に、対向電極24が設置されている。電力供給用のケーブル37の一端が対向電極24に接続されており、ケーブル37の他端がチャンバー32の外へと引き出されており、高周波電源29およびアース31へと接続されている。なお、プラズマ発生電極装置25においては、高周波電源29に直流電源を組み合わせて接続し、この直流電源によって電極を静電チャック電極として機能させることができる。この場合には、ウェハーはプラズマを通じてアース31へと接続される。

【0045】装置25の背面25bと冷却装置11の表面11bとの間に介在層9が挟まれており、フランジ部25cと固定具6との間に介在層10が挟まれており、フランジ部25cと固定具6の突出部6aとの間に介在層20が挟まれている。

【0046】チャンバー内に所定のガスを導入し、一対のケーブル37、38を介して高周波電力を供給することにより、ウェハー1の上のプラズマ発生領域35に、プラズマを発生させることができる。この際、プラズマ発生領域35と表面25aとの間に、プラズマシースが

発生する。このプラズマからの熱量が半導体ウェハーおよび基材21に向かって放射されるが、このとき冷却装置11内へと所定の冷媒を供給することによって、半導体ウェハーの温度を安定して制御することができる。

【0047】

【実施例】(実施例1)

図1に示すような半導体保持装置を実際に製造し、その特性を試験した。ただし、150W/mKの熱伝導率を有する窒化アルミニウムによって基材3を製造した。この半導体ウェハー保持部材2の直径を200mmとし、厚さを10mmとした。介在層として厚さ1mmのシート状の不織布を使用した。この不織布は、線径数十μmのニッケル纖維を編むことによって製造しており、その空隙率は60%とした。静電チャック電極4はモリブデン製の金網の平板によって形成し、端子5はモリブデン製の直径5mmの円柱状端子を使用した。冷却装置11はアルミニウムによって形成した。

【0048】真空中において、この基材の表面2a側から、図示しない加熱ヒーターによって2kWの熱を入射した。これは、実際の半導体製造装置において、表面上で発生するプラズマの熱量を模擬するためのものである。冷却装置中には冷媒として20°Cの水を流した。この状態で、基材の表面2a、背面2b、冷却装置の表面11bの温度をそれぞれ測定したところ、それぞれ420°C、415°C、35°Cであった。即ち、基材2中ではわずか5°Cの温度差しか発生しておらず、この温度差による応力はほとんど存在しない。このために長時間駆動させても、まったくクラック等は発生しなかった。一方、厚さ1mmの介在層の中で415°Cから35°Cへの温度勾配が生じていることになる。

【0049】また、冷却装置の表面の温度も35°Cであって、高温には加熱されていないので、金属製の冷却装置の熱膨張もほとんど生じておらず、変位がきわめて少ない。一方、セラミックスの線熱膨張係数は金属に比較して一般的に小さい。例えば、窒化アルミニウムの線熱膨張係数は $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり、アルミニウムの線熱膨張係数は $24 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であって、5倍程度の相違がある。従って、ウェハー保持装置の全体の熱膨張による変形も少なかった。また、たとえセラミックス基材の熱膨張量と冷却装置の熱膨張量とが異なっていても、不織布が柔らかいために、両者の変位の差を吸収することができる。このように、不織布は温度勾配と変位による歪みを吸収し、装置を機械的に安全な状態に保持する役割を果たす。本実施例では、ニッケルからなる不織布は、1平方センチメートル当たり6Wの熱量を伝達することができた。

【0050】(実施例2)実施例1において、セラミックス基材と冷却装置との間を機械的にクランプする圧力を増大させ、ニッケルからなる不織布を圧縮変形させた。この状態で実施例1と同様に、基材の表面2a、背

面2 b、冷却装置の表面11 bの温度をそれぞれ測定したところ、それぞれ340°C、335°C、40°Cであった。即ち、基材2中ではわずか5°Cの温度差しか発生しておらず、この温度差による応力はほとんど存在しない。一方、介在層の中で340°Cから40°Cへの大きな温度勾配が生じていた。また、実施例1と比較すると、不織布の気孔率が減少し、不織布中の温度勾配が少なくなっている。保持部材の表面における温度が低下した。このように、不織布への圧力を変更してその気孔率を制御することによって、保持部材の表面の温度を制御することができた。

【0051】(比較例1) 実施例1において、介在層を取り除き、セラミックス基材と冷却装置との間の間隔を1mmあけた状態で両者を固定装置6によって機械的に固定した。そして実施例1と同様にして真空中で試験を行った。この際入射熱量を400Wとしたときには、セラミックス基材の表面の温度が400°Cを越えてしまった。また、入射熱量を2kWとした場合には、この温度が700°Cを越えてしまった。また、基材と冷却装置との間の空間における熱伝達は熱輻射のみによって行われている。

【0052】(実施例3) 図2に示す半導体ウェハー保持装置を製造した。基材3の形状は円板状とし、150W/mKの熱伝導率を有する窒化アルミニウムによって製造した。抵抗発熱体19は、コイルスプリング状に巻回された巻回体を使用した。また、円板状の基材を平面的に見ると、抵抗発熱体が渦巻き状をなすように埋設されている。この半導体ウェハー保持部材18の直径を200mmとし、厚さを20mmとした。介在層として、ステンレス製の網状シートを使用した。この網状シートは、線径0.2mmのステンレス細線を縦横に編んで作成した。目開きは1インチ当たり50本相当のものを使用した。冷却装置をアルミニウムによって製造した。

【0053】この保持装置について、実施例1と同様の試験を行った。即ち、基材の表面側から、別体の加熱ヒーターによって2kWの熱量を入射した。冷却装置の流通路には冷媒として20°Cの水を流した。基材の表面18 a、背面18 b、冷却装置の表面11 bの温度をそれぞれ測定したところ、それぞれ350°C、345°C、25°Cであった。このウェハー保持装置は、基材中にまったく破壊が発生せず、不具合は認められなかった。

【0054】(実施例4) 実施例3において、基材の表面側から、別体の加熱ヒーターによって2kWの熱量を入射し、同時に、抵抗発熱体に対して電力を供給することによって発熱させ、かつ、冷却装置の流通路に冷媒として20°Cの水を流した。電力供給装置の出力を制御し、表面18 aの温度を測定しつつこの温度を電源にフィードバックすることによって、表面18 aの温度を400°Cに制御することができた。即ち、表面ないしウェハー設置面18 aに対して入射している熱量と、基材内

の抵抗発熱体からの熱量の総和と、冷却装置内を流れる冷媒による熱量の奪い取りとによって、基材の表面18 aの温度を安定して制御することができた。

【0055】(比較例2) 実施例3において、セラミックス製の基材と冷却装置とをアルミニウムろうによって接合した。ろう付けを行って接合体を製造し、この接合体の温度を室温にまで降下させると、基材と冷却装置との熱膨張差によって基材に破壊が見られた。

【0056】(比較例3) 実施例3において、セラミックス製の基材と冷却装置とをアルミニウムろうによって接合した。ただし、冷却装置と基材との熱膨張差による破壊を防止するために、冷却装置を熱膨張係数が低いモリブデンによって形成した。そして、実施例1と同様にして、2kWの熱量を表面18 a側に入射し、冷却装置の流通路に冷媒として20°Cの水を流した。この結果、セラミックス製静電チャック18の表面18 aの温度は45°Cまで低下した。

【0057】しかし、半導体プロセスに必要な温度は、低温を必要とするプロセスを除き、通常は一層高温である。このため、プロセスに必要な温度が例えば400°Cであると考え、表面18 aの温度を400°Cに制御するために、基材18中の抵抗発熱体に対して電力を供給し、発熱させた。しかし、このためには供給する電力を著しく増大させる必要があったので、冷却水の流量を減少させて温度を制御することを試みた。しかし、このような制御を行って保持部材の表面の温度を上昇させようすると、基材中に温度勾配が生じ、クラックが発生してしまった。このとき、ウェハー保持部材と冷却装置とを接合しているアルミニウムろうの接合層によって、1平方センチメートル当たり100W以上の熱を伝達したことになる。

【0058】(実施例5) 実施例1において不織布の材質と厚さとを変更することによって、この介在層における熱量の伝達量を種々変更した結果、400W~4kWの入射熱量の範囲内で、ウェハー保持部材の表面の温度を400°Cに安定して制御できることを確認した。この範囲内であれば、特に、半導体製造プロセスにおいて使用される通常のプラズマ及び高密度プラズマによる入射熱量に対しては好適であることがわかった。

【0059】(実施例6) 実施例1において、介在層として、ニッケルの発泡体を使用した。この発泡体は、粉末冶金分野の通常の方法に従って製造した。この結果、ウェハー保持部材の表面の温度を400°Cに安定して制御できることを確認した。

【0060】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、例えばプラズマや電子ビームからの熱量が半導体ウェハー保持部材に対して入射し、これが著しく加熱されても、冷却装置によって適切に冷却しつつ、ウェハー保持部材中の温度勾配による熱応力による破壊や、保持部材と冷

却装置との熱膨張差に起因する変位やこれに基づく破壊等の不具合を回避することができる。また、介在層に対する圧力を調節することによって、ウェハー保持部材の表面の温度を適切に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例において、セラミックス静電チャックと冷却装置との間に介在層9を設けた半導体ウェハー保持装置を概略的に示す断面図である。

【図2】本発明の実施例において、ヒーター付きのセラミックス静電チャックと冷却装置との間に介在層9を設けた半導体ウェハー保持装置を概略的に示す断面図である。

【図3】本発明の実施例において、プラズマ発生電極装置と冷却装置との間に介在層9を設けた半導体ウェハー*

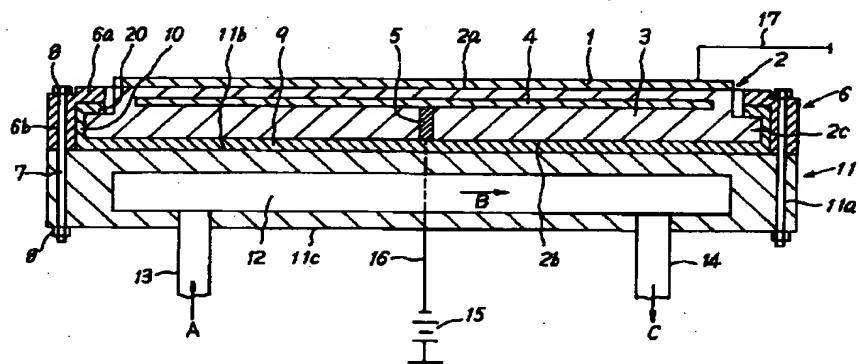
* 保持装置を概略的に示す断面図である。

【図4】図3のプラズマ発生電極装置を切り欠いたときの破断面を示す斜視図である。

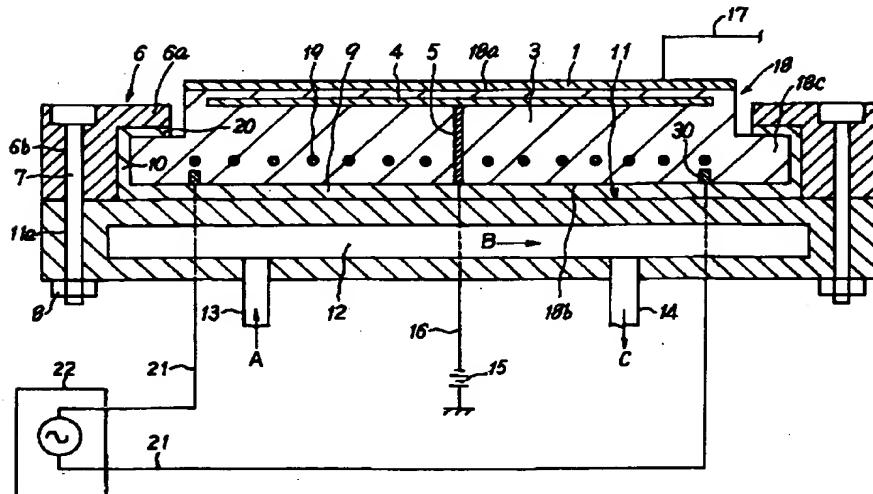
【符号の説明】

1 半導体ウェハー、2 セラミックス静電チャック、
 2a, 18a 基材の表面、2b, 18b 背面、3, 21 基材、4 静電チャック電極、5 静電チャックの端子、6 固定装置、9, 10, 20 介在層、11 冷却装置、12 冷媒の流通路、13 冷媒の供給孔、
 14 冷媒の排出孔、15 静電チャックの電源、18 ヒーター付きの静電チャック、19 抵抗発熱体、25 プラズマ発生電極装置、26 高周波電極、36 電磁波透過層

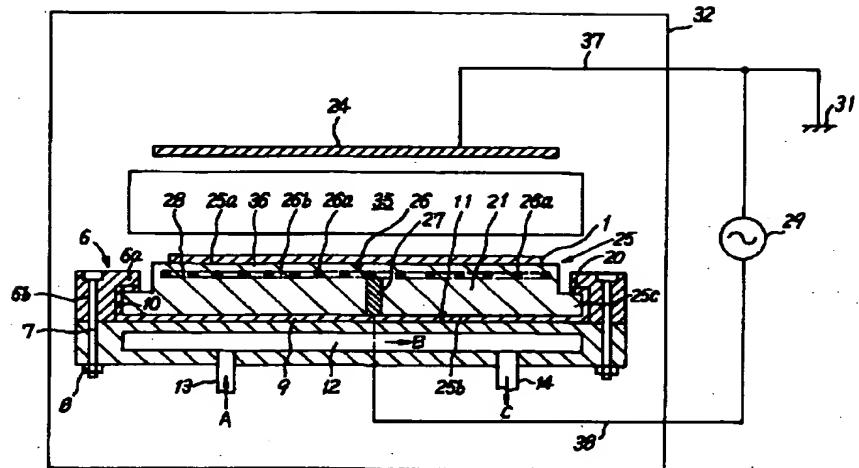
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

